بسم الله الرحمن الرحیم

رویکرد شبکه‌ای: ذهن به عنوان شبکه

- حمیده نقاده[1]
- کارشناسی ارشد مهندسی دانش و علوم تصمیم
- دانشگاه علوم اقتصادی
- جناب دکتر ستایشی

- علوم شناختی
- بهار ۱۳۹۲

1. hamide.naghadeh@gmail.com

رویکرد شبکه‌ای: ذهن به عنوان شبکه

- وجهی از ذهن به عنوان مجموعه‌ای به هم پیوسته از گره‌ها یا تارهای در هم تنیده محاسبه‌گر.
- الگوی پایه ریزی شده براساس اطلاعات پردازش شده توسط مغز انسان
- پردازش شامل گسترش فعالیت در سرتاسر شبکه است.
- رویکرد شبکه‌ای یک مدل سلسله مراتبی برای بازنمودهای ذهنی است.

پیوندگرایی:

- یکی از حوزه‌های مورد مطالعه درررویکرد شبکه عصبی است.

- پیوندگرایان با ساخت شبکه‌های‌عصبی‌مصنوعی(*ANN*)، که شبیه‌سازی شده کامپیوتری سلول عصبی است سعی دارند بفهمند که چگونه گروهی از نرون‌ها (ذهن) کار محاسبات، شناسایی الگو، انتخاب و... را انجام می دهند.

رویکرد شبکه ای و کلاسیک:

	رویکرد کلاسیک	رویکرد شبکه ای
بازنمایی اطلاعات	به صورت محلی و به شکل نمادها یا نشانه‌ها	به صورت اگویی از فعالیت‌ها یا وزن‌های پراکنده در سراسر شبکه
پردازش اطلاعات (در هر دو فرضیه سه سطحی وجود دارد.)	درمراحل و گام‌های جدا ازهم	به صورت توزیع شده موازی در سراسر گره‌های همزمان فعال
واحد پردازش	سیستم‌های نسبتا با قیاس بزرگ	خیلی کوچک

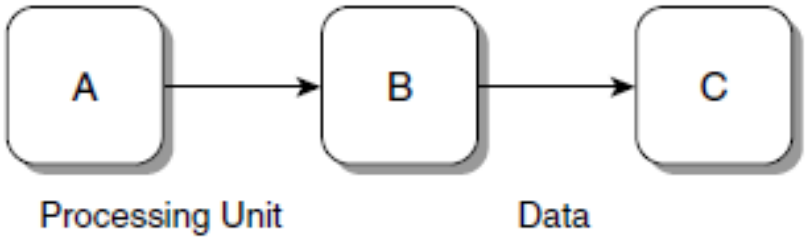
پردازش اطلاعات:

- *ANN* ها مانند مغز ازیک استراتژی پردازش استفاده می‌کنند که در آن تعداد زیادی از واحدهای محاسباتی، محاسبات خود را بطور همزمان انجام می‌دهند. این ساختار را مدل پردازش توزیع شده موازی گویند، که توسط کامپیوترهای همه منظوره شبیه‌سازی می شود.

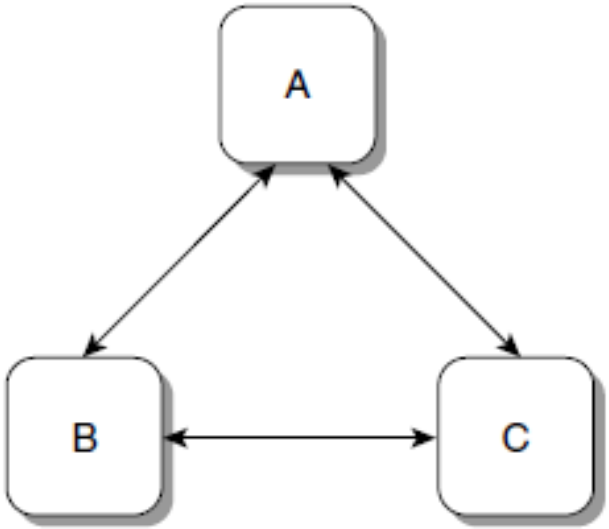
- در مقابل، رایانه‌های قدیمی پردازشگرهای سریال بوده‌اند، که در یک زمان فقط یک محاسبه انجام می‌دادند.

معماری پردازش اطلاعات سری و موازی:

Serial processing architecture



Parallel processing architecture



رویکردهای حل مسئله:

- ***رویکرد مبتنی بر دانش:***

روش مرسوم در علوم شناختی و AI برای حل یک مسئله

ساختن یک الگوریتم که در آن هر مرحله پردازشی برنامه‌ریزی شده است (البته نه بطور کامل)

نمایش مسئله و راه‌حلش در قالب بازنمایی‌های نشانه‌ای و ایجاد تبدیلات در آنها

- ***رویکرد مبتنی بر رفتار:***

روش مرسوم پیوندگرایان و محققان ANN

بهره بردن از رفتار کلی شبکه عصبی (عدم توجه به نمادها و بازنمایی‌های شبکه و سپردن جزئیات محاسباتی به شبکه عصبی)

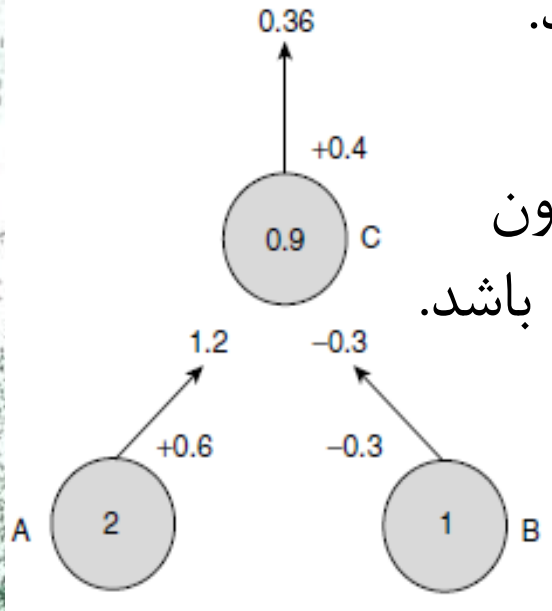
بازنمایی دانش:

- اطلاعات در یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت الگویی از فعالیت‌ها در مجموعه‌ای از گره‌ها و ارتباط بین آنها بازنمایی می‌شود. این نوع را بازنمایی توزیع شده گویند.

- در شبکه‌های معنایی اطلاعات در یک حافظه پایدار مثل حافظه بلندمدت انسان ذخیره می شود. (حتی در یک گره واحد) این نوع را بازنمایی محلی گویند.

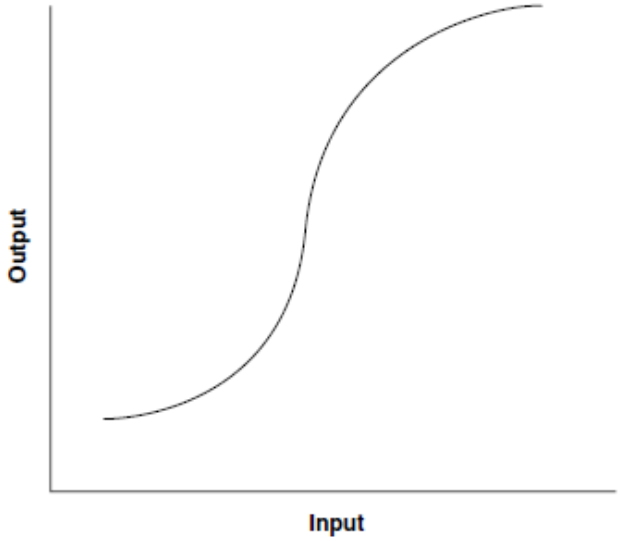
مشخصات شبکه های عصبی:

- گره یک واحد پایه محاسباتی (نرون) است.
- یال‌ها نماینده‌ی ارتباط بین یک گره و گره بعدی (رابط بین نرون ها) است.
- وزن قدرت ارتباطات را مشخص می‌کند.
- یک گره *Fire* می‌شود، اگر مجموع موزون ورودی آن بیشترمساوی یک مقدار آستانه باشد.



مشخصات ANNها(۲):

- یک تابع پایه برای تعیین میزان تحریک دریافت شده توسط یک گره، در نظر می‌گیریم که اکثرا این تابع سیگموید است.
- تابع محرک قدرت ورودی‌های یک گره را به خروجی آن نگاشت می کند.



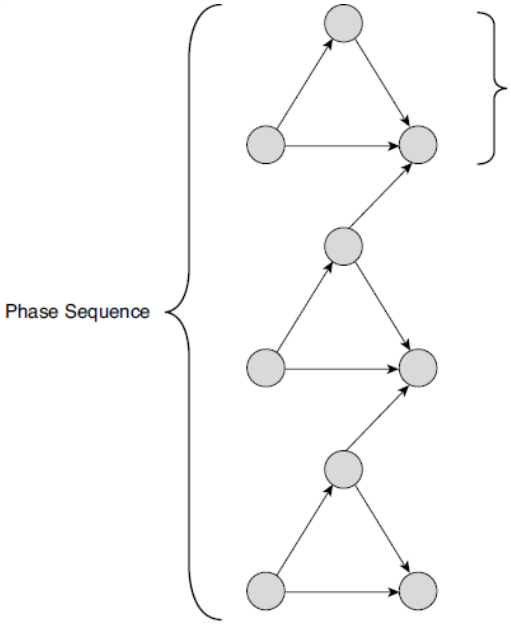
$$sigmoid = \frac{1}{(1+e^{-x})}$$

تاریخچه شبکه‌های عصبی:

- سال ۱۹۴۳: مدل مک کلوث و پیتز

- سال ۱۹۴۹: مدل هب بر پایه قاعده هب

قاعده هب: وقتی یک سلول بارها و بارها دیگری را فعال کند، قدرت ارتباط بین دو سلول افزایش می‌یابد. و مدارهایی بین دو سلول شکل می‌گیرد.
هب دو گروه سلولی تعریف کرد:



۱. مجتمع سلولی: گروه کوچکی از سلول‌ها که پیوسته همدیگر را تحریک می‌کنند.
۲. توالی مرحله‌ای: گروهی از سلول‌های مرتبط با هم که همزمان یا تقریبا همزمان *Fire* می‌شوند.

تاریخچهANNها(۲):

- سال ۱۹۵۸: شبکه پرسپترون توسط روزنبلات

پرسپترون شبکه ساده‌ای است که می تواند به شناسایی و تشخیص الگوهای بصری بپردازد.
پرسپترون اولیه تنها دو لایه، یک لایه ورودی و یک لایه خروجی داشت و مارک۱ نام گرفت.

- سال ۱۹۶۰: شبکه آدالاین توسط ویدرو

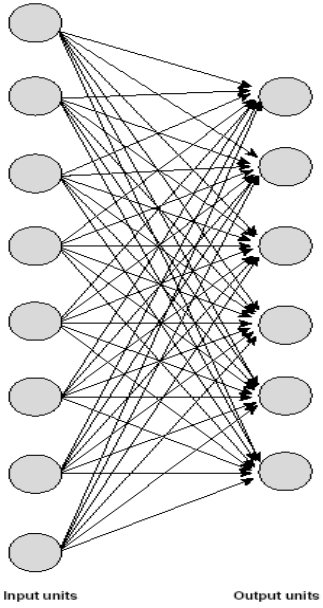
- اواسط دهه ۷۰: الگوریتم پس انتشار خطا (*BPL* I) توسط وربوث

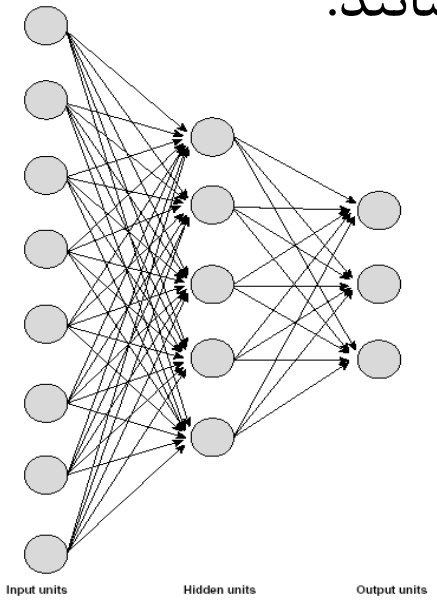
- سال ۱۹۸۶: *BPL II* وپرسپترون چندلایه توسط راملهارت و مکلند.

تاریخچهANNها(۳):

- بیشتر *ANN* های اخیر شامل حداقل سه لایه هستند. یک لایه ورودی، یک یا چند پنهان، و یک خروجی

- واحدهای ورودی واحدهای پنهان را فعال کرده، که آنها نیز به نوبه خود انرژی فعالیت را به لایه خروجی برای بازنمایی پاسخ، می‌رسانند.





یادگیری پس انتشار در ANNها:

- هدف *ANN* آموزش پاسخ درست برای الگوهای ورودی است.
- پاسخ اولیه شبکه با پاسخ هدف ارائه شده توسط یک سیگنال معلم مقایسه می‌شود.
- تفاوت بین این دو، را سیگنال خطا گویند، که دوباره به شبکه بازگشت می‌شود.
- با توجه به سیگنال خطا، وزن‌ها را طوری که پاسخ واقعی به پاسخ مطلوب نزدیک‌تر شود، تعدیل می‌کند.

$$w_{ji}^{new} = w_{ji}^{old} + c(t_i - x_i)a_i$$

انواع رفتارهای پویا در شبکه‌ها:

- *همگرایی:* در بیشتر *ANN* ها ابتدا میزان فعالیت در شبکه زیاد بوده و بعد از رسیدن به سطح تعادل فعالیت کم شده و به یک نقطه همگرا می شود.

- *نوسان‌دار:* وزن‌ها درطی زمان باالگوی نسبتا منظم ولی نوسانی تغییر می‌کند.

- *آشوب‌گونه:* فعالیت *ANN* با یک الگوی آشوب‌گونه تغییر کرده و نوسانات دوره‌ای و غیردوره‌ای دارد.

- راه ارزیابی شبکه‌ها: رسم نمودار *Loss Function* (تغییر سیگنال خطا در طی دوره‌های یادگیری)

دسته بندی ANNها:

- شبکه‌های عصبی مصنوعی بطور کلی با توجه به موارد زیر دسته‌بندی می‌شوند:

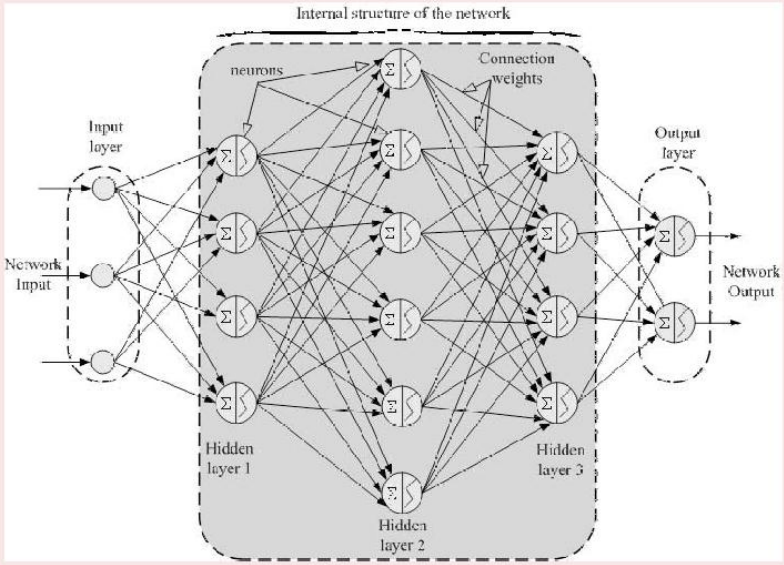
متد یادگیری
هدایت شده
غیر هدایت شده
تقویتی

معماری
پیشخور
بازگشتی

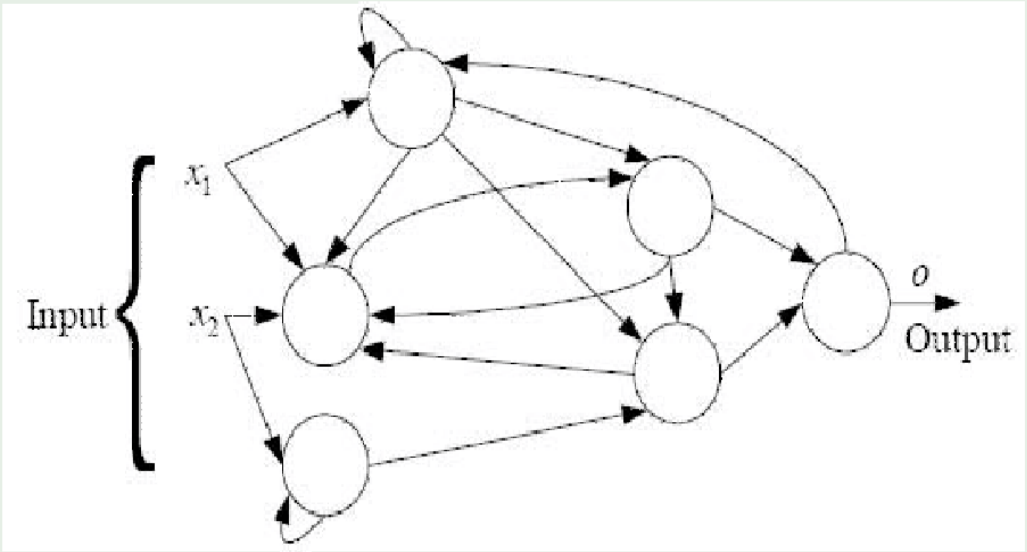
تعداد لایه
تک لایه
چند لایه

تابع محرک
باینری
پیوسته

Feedforward Flow of Information

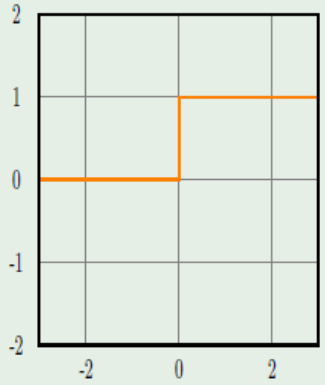


Recurrent Flow of Information



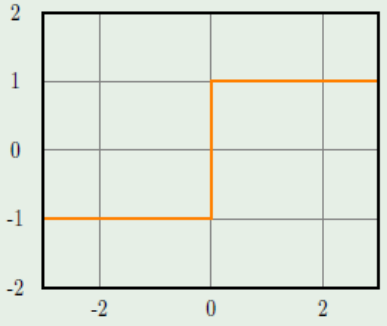
Step Function

$$\text{step}(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



Signum Function

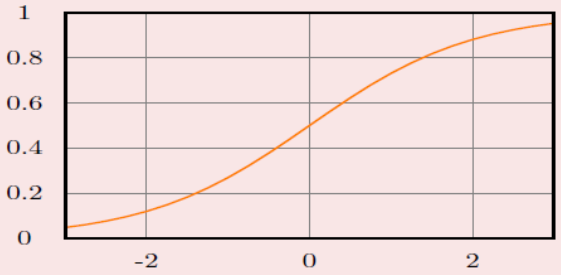
$$\text{sigum}(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x > 0 \\ 0, & \text{if } x = 0 \\ -1, & \text{otherwise} \end{cases}$$



Differentiable functions

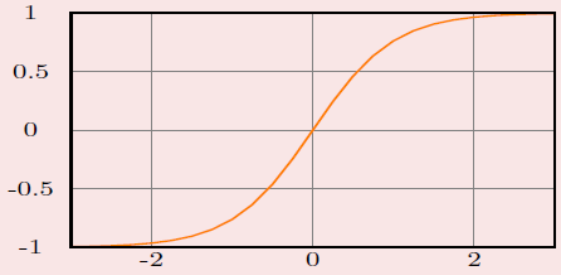
Sigmoid function

$$\text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$



Hyperbolic tangent

$$\tanh(x) = \frac{e^{x}-e^{-x}}{e^{x}+e^{-x}}$$



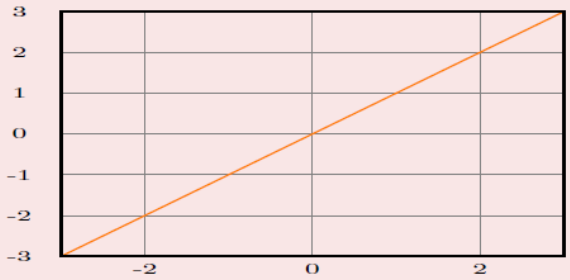
Differentiable functions

Sigmoid derivative

$$\text{sigderiv}(x) = \frac{e^{-x}}{(1+e^{-x})^2}$$

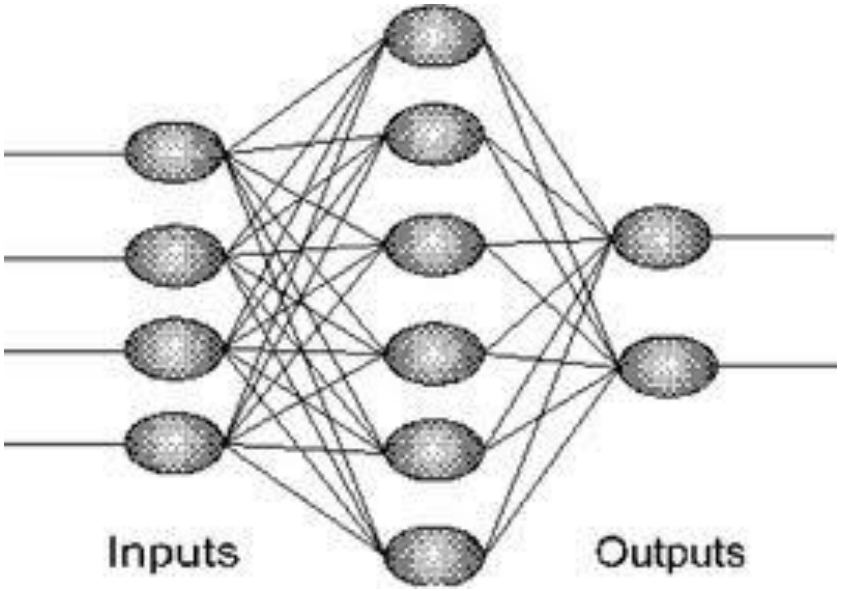
Linear function

$$\text{lin}(x) = x$$

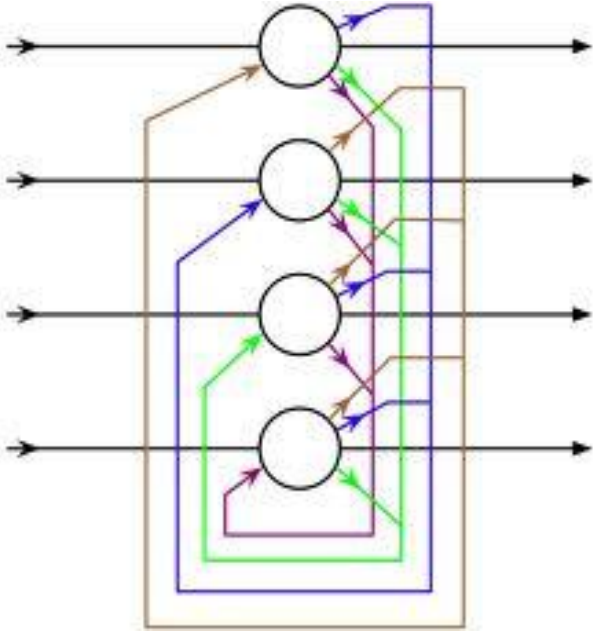


نوع شناسی ANNها:

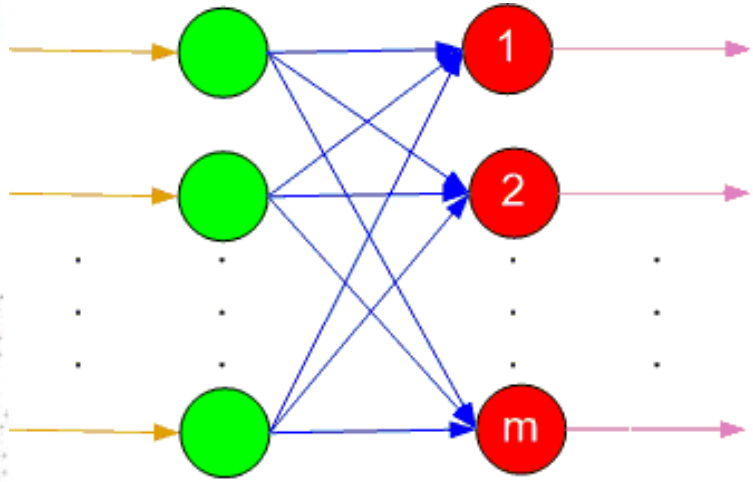
- *شبکه پرسپترون:* شبکه هدایت شده، چندلایه، و پیشخور که بیشتر برای دسته بندی الگو استفاده می‌شود.
- *شبکه هاپفیلد-تانک:* شبکه هدایت شده، تک لایه، با ارتباطات جانبی و خودانجمنی است. که در برخورد با الگوهای نویزی می‌تواند الگوهای کاملا واضح بازتولید کند.
- *شبکه کوهونن:* شبکه‌ای هدایت نشده و دولایه که قادربه ایجاد نقشه‌های توپولوژیکی از ویژگی‌های موجود در ورودی است.
- *شبکه تئوری تشدید انطباقی(ART):* شبکه چند لایه و هدایت نشده و بازگشتی است که می‌تواند الگوهای ورودی را دسته بندی کند.



شبکه پرسپترون



شبکه هاپفیلد



شبکه کوهونن

مهمترین کاربردهایANNها:

- طبقه بندی، شناسایی و تشخیص الگو
- پردازش سیگنال
- پیش‌بینی‌های سری‌های زمانی
- مدلسازی و کنترل
- بهینه سازی
- سیستم‌های خبره و فازی
- مسائل مالی، بیمه امنیتی، بازار بورس و وسایل سرگرم کننده
- ساخت وسایل صنعتی، پزشکی و امور حمل و نقل

ارزیابی پیوندگرایی:

- **مزایا:**

قابلیت زیستی:
- ساختار و عملکرد مشابه مغز
- قابلیت یادگیری
- واکنش مشابه مغز به صدمات ← افول آبرومندانه

تداخل: در دو سری اطلاعات همزمان با محتوای مشابه وجود دارد.

تعمیم پذیری: به کارگیری قواعد آموخته شده در موارد جدید.

پردازش موازی اطلاعات

ارزیابی پیوندگرایی(۲):

- **معایب:**

نداشتن پردازش‌های موازی وسیع

دینامیک همگرایی

معمای تغییرپذیری-ثبات

تداخل فاجعه آمیز

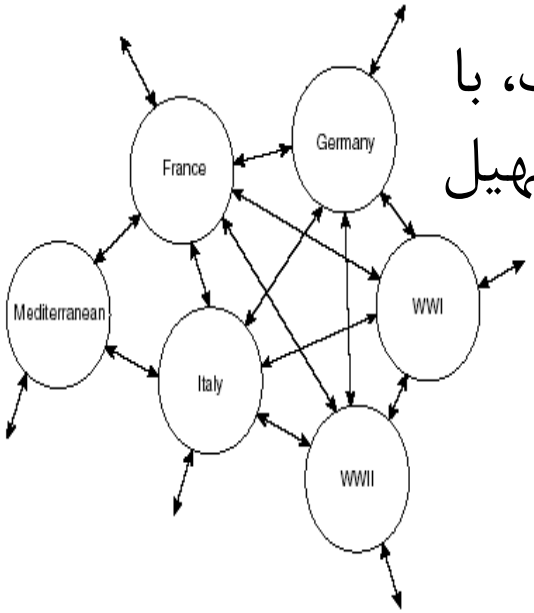
سیگنال معلم در یادگیری باناظر

شبکه های معنایی:

- ویژگی‌های مشترک زیادی با *ANN* دارد.
- هر گره معنای ویژه‌ای دارد.
- برای بازنمایی ویژگی‌های ساده اشیا در جهان مناسب است. که مفاهیم را به صورت محلی بازنمایی می کند.
- اولین‌بار توسط روان‌شناسان شناختی برای توضیح ساختار و بازیابی اطلاعات در حافظه بلندمدت به کار برده شد.

مشخصات شبکه های معنایی:

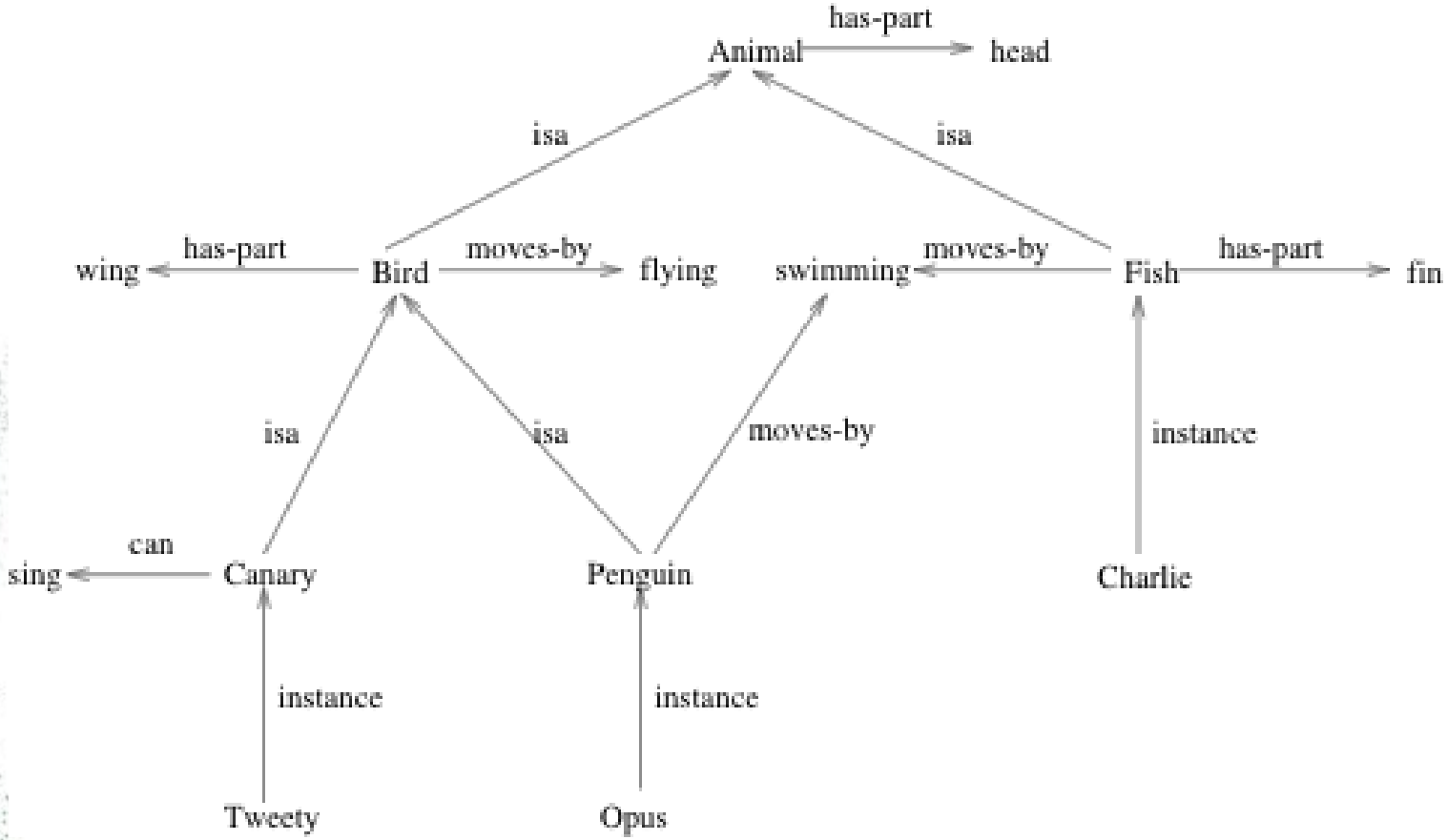
- *فعالیت درحال گسترش:* فعالیت گره درطول ارتباطات موجود، گسترده شده و موجب فعال کردن دیگر گره ها می‌شود.
- *نشانه‌های بازخوانی:* ارتباطی غیرمستقیم بین گره‌ها به منظور فعال کردن گره هدف ایجاد می‌کند.
- *راه اندازی:* فرآیند پردازش یک محرک، با تماس قبلی شبکه با محرک مرتبط، تسهیل می‌شود.



شبکه های معنایی سلسله مراتبی:

- مطالعات کلاسیک توسط کولینز وکولیان (۱۹۶۹) نشان می‌دهد شبکه‌های معنایی ممکن است ساختار سلسله مراتبی داشته باشد.
- مثلا مفهومی چون حیوانات ممکن است بصورت سلسله مراتب فراگیر، عرضی و وابسته (فرعی) تقسیم شود.
- فاصله عمودی در شبکه معرف عضویت در دسته است. (ارتباط دسته‌ای *is a*، گره مفاهیم)
- فاصله افقی معرف اطلاعات ویژگی است. (ارتباط نوع ویژگی *has*، گره ویژگی)

مثالی از شبکه های معنایی سلسله مراتبی:



ارزیابی مدل سلسله مراتبی:

- ازنظر شهودی جالب توجه است ولی درچند یافته موفق نیست.

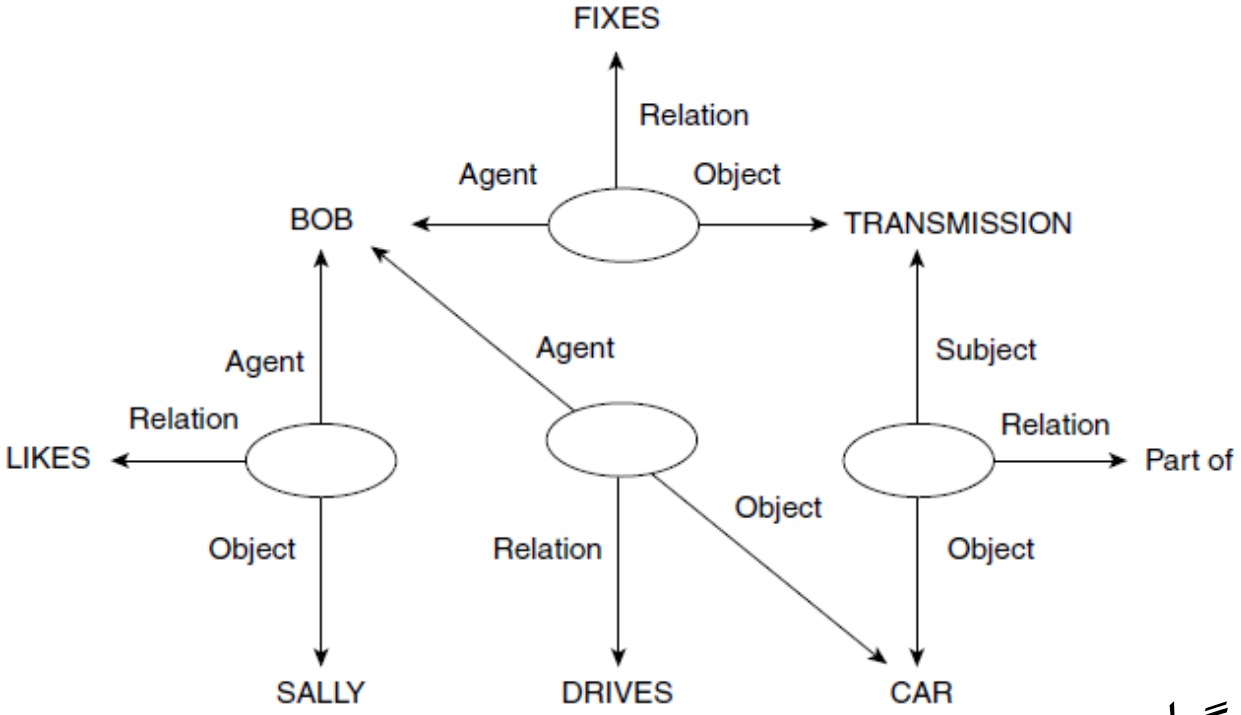
- به نظر شما کدام جمله زودتر تایید می‌شود؟
  سگ حیوان است. سگ پستاندار است.
  قناری پرنده است. شترمرغ پرنده است.
  لذا مدل کولینز بیش از اندازه زمینه‌سازی شده است و تنها یک راه تشخیص مفاهیم را در انسان نشان می‌دهد.

- مدل سلسله مراتبی باید با اصل اقتصاد شناختی (گره نباید بیش از تعداد لازم رمزگذاری شود) عمل کند. که این اصل در قاعده بهتر از واقعیت عمل می‌کند.

شبکه های معنایی گزاره ای:

- اطلاعات گزاره‌ای یا جمله‌مانند که تنوع بیشتری بین مفاهیم برقرار می‌کنند، را بازنمایی می‌کند. به عنوان مثال: «مرد توپ را انداخت.»
- جان اندرسون این شبکه را قسمتی از مدل *ACT شناختی خود معرفی کرد.
- ارتباطات پیچیده‌تری بین مفاهیمی چون عوامل، موضوع، و ارتباط را اجازه می‌دهد.
- همچنین می‌تواند برای رمزگذاری گزاره‌ها و دانش اپیزودیک استفاده شود.

مثالی از شبکه‌های معنایی گزاره‌ای:



بیضی: گزاره.

فلش خارج شده از بیضی: اشاره به مفاهیم.

رابط *Agent*: فاعل گزاره.

رابط *Object*: شی که عمل به سمت آن هدایت می‌شود.

رابط *Relation* : ارتباط بین فاعل و شی.

ارزیابی شبکه های معنایی:

- شبکه های معنایی را می توان (هر چند محدود) شبیه سازی رایانه‌ای کرد و بررسی نمود که آیا فرآیند حافظه مانند حافظه انسان عمل می‌کند یا نه.

- پدیده چالش‌برانگیز در شبکه‌های معنایی: $T.O.T$ یا نوک زبان
چون شبکه معنایی نمی‌تواند به آسانی این بلوک‌های بازخوانی را توضیح دهند.

- فعالیت مضاعف: فرد با موفقیت یک چیز را از حافظه بازخوانی می‌کند در صورتی که ارتباط نزدیکی بین نشانه‌های بازخوانی و هدف نیست. بازنمایی این فعالیت‌ها با شبکه معنایی ازنظر محاسباتی ناکارآمد بوده و غیر شهودی است.

راه حل: استفاده از شبکه مهاری

ارزیابی شبکه های معنایی(۲):

- مطلب مهم دیگر، چگونگی بازنمایی جستجو برای مواردی که خود به خود اتفاق می‌افتد یا جستجوی هدایت شده، است.
- حافظه سازمان‌دهی مجدد از یک فرآیند مجزای بازیابی موضوعات تشکیل شده، که این امر با فعالیت در حال گسترش شبکه معنایی قابل بازنمایی نیست.

ارزیابی کلی رویکرد شبکه ای:

- شبکه‌ها دورنمای بسیار قدرتمندی هم از نظر مبانی نظری و هم روش‌شناسی دارند.
- معماری و قوانین یادگیری رویکرد پیوندگرایی ناکافی است.
- رویکرد شبکه چالش‌های بسیاری در پردازش اطلاعات دارد.